|  |
| --- |
|  |
| Доклад на тему  Основные природные факторы воздействующие на дорогу |

наименование работы

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Выполнил студент |  | АД-22-1 |  |  |  | А.А.Ушакова |
|  |  | шифр |  | подпись |  | И.О. Фамилия |
| Проверил |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | подпись |  | И.О. Фамилия |
| Отчетная работа защищена с оценкой | | | |  | | |

Иркутск 2025 г.

**Введение**

Автомобильные дороги являются критически важным элементом инфраструктуры любого государства, обеспечивая транспортную связность, экономическое развитие и социальную мобильность населения. Однако, являясь линейным инженерным сооружением, простирающимся на сотни и тысячи километров, дорога на всём протяжении своего существования подвергается непрерывному и многообразному воздействию природной среды.

Устойчивость, долговечность и безопасность дорожного полотна зависят не только от качества проектирования и строительства, но и от способности противостоять климатическим, гидрологическим, геологическим и другим естественным процессам. Воздействие этих факторов носит комплексный и часто разрушительный характер: от медленных, но неотвратимых процессов выветривания до внезапных и катастрофических явлений.

Целью данного доклада является систематизация и анализ **основных природных факторов, воздействующих на дорогу**. В работе будут рассмотрены:

1. **Климатические факторы** (температурный режим, осадки, солнечная радиация, ветер).
2. **Гидрологические и гидрогеологические факторы** (грунтовые и поверхностные воды, паводки, подтопления).
3. **Геологические и геоморфологические факторы** (тип грунта, рельеф местности, оползни, карст, селевые потоки).
4. **Криогенные факторы** (вечная мерзлота, морозное пучение грунтов).

Понимание механизмов и масштабов воздействия каждого из этих факторов является основой для разработки эффективных инженерных решений при проектировании, строительстве, содержании и ремонте автомобильных дорог, что в конечном итоге приводит к повышению их надёжности и снижению эксплуатационных затрат.

Автомобильные дороги подвержены постоянному и разнообразному воздействию природных факторов. При анализе различают следующие понятия и определения.

***Водно-тепловой режим (ВТР) дороги*** — это**совокупность процессов влаго- и теплообмена в дорожной одежде и земляном полотне, а также их взаимодействие с окружающей средой.** Проще говоря, это **"здоровье" дороги с точки воды и температуры**. От него напрямую зависит прочность, долговечность и безопасность дорожного покрытия.

Вода и перепады температур — главные враги дороги. Их воздействие приводит к:

* **Пучинам:** Замерзая, вода в грунте расширяется, что вызывает вспучивание покрытия зимой и просадки весной (оттаивание).
* **Трещинам:** Циклы замерзания-оттаивания разрушают асфальтобетон.
* **Колейности:** Переувлажненное основание теряет прочность, и под нагрузкой колес образуются колеи.
* **Выбоинам:** Вода, проникая в трещины, разрушает покрытие изнутри.
* **Снижению сцепления:** Влажное или обледеневшее покрытие опасно для движения.

**Факторы, влияющие на ВТР**

Формирование ВТР — сложный процесс, зависящий от многих факторов:

**1. Климатические:**

* **Осадки**
* **Температура воздуха**
* **Влажность воздуха.**
* **Солнечная радиация**
* **Ветер**

**2. Дорожно-конструктивные:**

* **Тип и конструкция дорожной одежды:** Плотные покрытия (асфальт) почти не пропускают воду, но и не испаряют ее из нижних слоев. Водопроницаемые покрытия требуют особого внимания к отводу воды.
* **Материалы слоев:** Их плотность, пористость, морозостойкость, водопроницаемость.
* **Уклоны и поперечный профиль:** Определяют, как быстро вода стекает с поверхности.
* **Наличие и состояние дренажных систем:** (лотки, трубы, дренирующие слои).

**3. Гидрогеологические и грунтовые:**

* **Уровень грунтовых вод** (чем выше, тем опаснее).
* **Тип грунта земляного полотна:** Глины и суглинки плохо пропускают воду (водонепроницаемы), песчаные и супесчаные грунты — хорошо (дренируют).
* **Фильтрационные свойства грунтов.**

**Принципы управления водно-тепловым режимом (Мероприятия)**

Задача дорожных инженеров — не просто наблюдать, а **активно управлять** ВТР. Все меры направлены на:

1. **Снижение увлажнения.**
2. **Ускорение осушения.**
3. **Регулирование теплового потока.**

**Основные группы мероприятий:**

**А. Конструктивные решения:**

* **Устройство надежного водоотвода:** Кюветы, нагорные канавы, лотки, ливневая канализация.
* **Применение дренирующих слоев:** Специальные слои из песка, щебня или геокомпозитов для перехвата и отвода воды.
* **Капилляропрерывающие слои:** Слой из крупного песка или щебня между земляным полотном и основанием, который разрывает подъем воды по капиллярам.
* **Гидроизоляционные прослойки:** Из геомембран или полимерно-битумных материалов для защиты от подъема грунтовых вод.
* **Морозозащитные слои:** Из непучинистых материалов (щебень, песок) достаточной толщины, чтобы предотвратить промерзание пучинистого грунта.

**Б. Использование современных материалов:**

* **Стабилизация грунтов:** Введение вяжущих (цемент, известь) для уменьшения пучинистости и повышения прочности.
* **Геосинтетики:** Геотекстиль для разделения слоев и фильтрации, геомембраны для гидроизоляции, геокомпозиты для дренажа.
* **Модифицированные асфальтобетоны** с повышенной трещиностойкостью.

**В. Эксплуатационные мероприятия:**

* **Своевременная очистка водоотводных сооружений.**
* **Ремонт трещин** для предотвращения проникновения воды в нижние слои.
* **Противогололедные материалы,** минимально воздействующие на конструкцию.

Миграция влаги и теплообмен — это два взаимосвязанных процесса, которые лежат в основе практически всех разрушений дорожных конструкций. Их совместное влияние определяет водно-тепловой режим (ВТР), о котором шла речь ранее.

Давайте разберем их влияние по отдельности и, главное, в связке.

1. Миграция Влаги: «Дорога как губка»

Это движение воды в жидкой или парообразной форме внутри дорожной конструкции (покрытие, основание, грунт).

**Откуда берется влага?**

Сверху: осадки, проникающие через трещины и поры.

Сбоку: поверхностный сток с обочин и откосов.

Снизу: подъем от высоких грунтовых вод за счет капиллярных сил.

**Как движется? Под действием сил:**

Гравитации: Вода стремится вниз.

Капиллярных сил: В тонких порах вода может подниматься вверх вопреки гравитации (как в фитиле). Чем мельче поры (глины, суглинки), тем выше подъем.

Градиента влажности: Переход из зоны с высокой влажностью в зону с низкой.

Нагрузки от транспорта: Динамическая нагрузка «выжимает» воду из пор, заставляя ее мигрировать.

**Влияние миграции влаги на дорогу:**

Снижение несущей способности: Вода – лучший смазчик для частиц грунта и минерального остова асфальтобетона. При увеличении влажности с 10% до 20% прочность грунта может упасть в 2-3 раза. Это прямая причина колееобразования и просадок.

Вымывание вяжущего: Мигрирующая вода выносит мелкие частицы и битумное вяжущее из асфальтобетона и оснований, делая материал пористым и хрупким (эрозия).

Создание условий для пучения: Это ключевой момент. Осенью влага мигрирует и накапливается в определенной зоне земляного полотна. Без этого накопления пучение было бы слабым.

**2. Теплообмен: «Дорога дышит теплом и холодом»**

Это процесс переноса тепла между дорожной конструкцией и окружающей средой, а также внутри конструкции.

Как происходит? Кондукция (теплопроводность): Передача тепла через твердые материалы. Разные материалы проводят тепло по-разному (асфальт нагревается/остывает быстрее, чем грунт).

Конвекция: Перенос тепла движущейся жидкостью или газом (например, водой или воздухом в порах).

Излучение: Поглощение солнечной радиации днем и излучение тепла ночью.

Фазовые переходы: Самый энергоемкий процесс – замерзание/таяние воды. При замерзании выделяется тепло, при таянии – поглощается. Это сильно замедляет процессы промерзания и оттаивания.

Влияние теплообмена на дорогу:

Термические напряжения: Нагрев → расширение, охлаждение → сжатие. Из-за ограниченности деформаций (материал не может свободно двигаться) возникают напряжения, ведущие к поперечным и продольным трещинам.

Изменение свойств материалов: Битум в асфальте при +60°С становится вязкой жидкостью (колея), а при -30°С – хрупким стеклом (трещины).

Задание направления миграции влаги: Это точка их соединения.

**3. Критическое Взаимодействие: Как они работают вместе на разрушение**

Их совместное действие — это не просто сумма, а синергия. Вот главные деструктивные процессы:

1. Морозное Пучение (Зима) – Главный враг.

Теплообмен: Начинаются морозы. Формируется фронт промерзания – граница между мерзлой и талой зоной, который медленно опускается вглубь дороги.

Миграция влаги: Вода из нижележащих талых слоев (благодаря капиллярным силам) начинает подтягиваться к фронту промерзания. Там она замерзает, образуя ледяные линзы.

Результат: Лед занимает больший объем. Грунт в зоне линз вспучивается, приподнимая дорожное покрытие. Образуются горбы и неровности.

**Пучинообразование** - накопление, перераспределение, замерзание и оттаивание воды в порах грунта вследствие сезонных изменений водно-теплового режима земляного полотна и дорожной одежды.

**Пучины** - деформации и разрушения в виде бугров и сетки трещин, образующиеся при сезонном промерзании и оттаивании на дорожной одежде при определенных условиях. Они возникают в результате *пучения (пучинообразования)*, неоднородных по площади проезжей части взбугриваний дорожной одежды, образующихся при одновременном сочетании следующих трех факторов: 1-интенсивного морозного влагонакопления,; 2-промерзания грунта под дорожной одеждой на глубину hnp > 0,5 м;

3-наличием мелких пылеватых песков и супесей, пылеватых суглинков и других пучинистых грунтов. Размер деформации пучения зависит *от влажности грунта, глубины промерзания, продолжительности холодного периода, скорости промерзания грунта, прочности дорожной одежды*.

**Меры борьбы с пучинами** состоят в том, чтобы обеспечить отвод воды от земляного полотна(в первую очередь боковых частей), осушить его грунты, ограничить или пресечь поступления поверхностных и грунтовых вод в рабочий слой, предохранить покрытие от разрушения; а там, где мер недостаточно, перестроить пучинистые участки с использованием прослоек из рулонных геосинтетических материалов. Для этого поднимают бровку ЗП, устраивают дренажи для понижения уровня грунтовых вод, закладывают в теле земляного полотна крупнозернистые прослойки из песка или гравия, прерывающие капиллярное поднятие.

**Список использованных источников**

**Нормативно-техническая документация:**

1. СП 34.13330.2012 (актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85\*) «Автомобильные дороги». – М.: Минрегион России, 2012. – Разделы, касающиеся климатического районирования и требований к устойчивости земляного полотна.
2. СП 116.13330.2012 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов». – М.: Минрегион России, 2012.
3. ОДМ 218.2.006-2010 «Рекомендации по оценке влияния климатических условий на транспортно-эксплуатационные показатели автомобильных дорог». – М.: Росавтодор, 2010.
4. Михайлов, А.В. Проектирование автомобильных дорог: учебник для вузов. В 2-х ч. / А.В. Михайлов, Е.С. Ушаков. – М.: Издательский центр «Академия», 2015. – (Особое внимание: ч.1, гл. 3 «Влияние природных условий на проектирование дороги»).
5. Красильщиков, И.М. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах: учебное пособие / И.М. Красильщиков. – М.: АСВ, 2018.
6. Федотов, Г.А. Инженерная геодезия и геология: учебник для вузов / Г.А. Федотов. – М.: Высшая школа, 2016. – (Главы по геологическим процессам и гидрологии).  
   7. Сильянов, В.В. Дорожно-климатическое районирование и его применение в проектировании / В.В. Сильянов. – М.: Транспорт, 1989.